

## Ресурсосберегающие технологии очистки нефтесодержащих стоков ТЭС Красноярского края

Г.В. Сакаш

Сибирский федеральный университет, институт градостроительства, управления и региональной экономики  
г. Красноярск, тел. (8-3912) 56-54-46, e-mail: [sakash@tgk13.ru](mailto:sakash@tgk13.ru)

Общий ущерб от сброса промышленных стоков тепловых электрических станций (ТЭС) Красноярского края, работающих на бурых углях с находящимися в них вредными веществами в природные водоемы региона, составляет значительную величину -около 298 млн. руб./год [1].

При этом наибольший экологический ущерб природным водоемам наносят сбрасываемые с этими стоками нефтепродукты (около 265 млн. руб./год или 89% от общего ущерба).

Для снижения уровня техногенной нагрузки ТЭС на природные водоемы от сброса нефтепродуктов необходимо значительное сокращение их сбросов, в том числе, и за счет широкого внедрения оборотных систем использования воды на станциях [2].

Оборотная схема должна включать в себя узел локальной очистки стоков от нефтепродуктов, основанной на использовании надежной и ресурсосберегающей технологии очистки воды от нефтепродуктов.

С учетом последнего вывода при разработке технологии очистки нефтесодержащих стоков ТЭС было поставлено условие, чтобы при ее реализации использовались только отходы станции, без каких либо дополнительных ресурсов.

Для реализации этого условия были предложены и опробованы следующие три варианта очистки нефтесодержащих стоков ТЭС, работающих на бурых углях:

1. Углевание с коагуляцией шламом осветлителей;
2. Подщелачивание, углевание с коагуляцией шламом осветлителей;
3. Коагуляция щелочными водами системы гидрозолоудаления станции.

Опыты по очистке стоков проводились с использованием реальных сточных вод ТЭЦ-2 г. Красноярска. Нефтесодержащие сточные воды для опытов отбирались из нефтеловушки станционных сооружений по очистке замасляных и замазученных стоков, поступающих от турбинного цеха, мазутной насосной станции, компрессорной станции ЭТХ-175, пиковой котельной и гаража.

Концентрация нефтепродуктов в исходной воде изменялась в пределах 1,8-93,6 мг/л.

Для углевания использовалась сточная вода, отобранная из приемка цеха топливоподачи с концентрацией угольной взвеси в пределах 10,1-15,1 г/л и значением pH равным 6,0. Концентрация взвешенных веществ в исходной и отстаиванной воде определялась весовым способом.

Для подщелачивания нефтесодержащих стоков и их коагуляции (во втором и третьем вариантах очистки) использовалась осветленная щелочная вода, отобранная из пруда системы гидрозолоудаления Красноярской ТЭЦ-2 со значением pH 12,2 – 12,5, концентрацией нефтепродуктов в пределах 0 – 0,15 мг/л.

В качестве коагулянта в первом и втором вариантах очистки применялся шлам осветлителей с взвешенным осадком марки ВТИ-350, полученный от коагуляции природной взвеси из реки Енисей сернокислым алюминием дозой 0,2-0,4 г-экв/м<sup>3</sup>. Этот шлам является отходом цеха химводоподготовки, получаемым при подготовке питательной воды для барабанных котлов станции. Концентрация твердой фазы в шлам осветлителей равнялась в среднем 27,444 г/л.

Отстаивание сточных вод проводилось в стандартных стеклянных цилиндрах емкостью 1 литр по методике ВНИИ "ВОДГЕО".

При опробовании первой технологической схемы очистки в стеклянные цилиндры в начале наливалось по 700 мл нефтесодержащих стоков. Затем, для углевания в эти цилиндры добавляли по 250 мл сточной воды из цеха топливоподачи. Таким образом, углевание нефтесодержащих стоков проводилось путем смешения с ними стоков цеха топливоподачи дозой 357 мл/л. После перемешивания к этой смеси стоков в качестве коагулянта добавляли алюминийсодержащий шлам осветлителей химводоочистки. Кроме отбора проб для определения концентрации взвешенных веществ, нефтепродуктов, температуры и pH стоков, измерялась также высота выпавшего на дно цилиндра осадка. Всего по этому варианту было проведено три опыта.

Целью опыта №1 было определение технологических параметров очистки нефтесодержащих стоков со средней концентрацией, равной 18,5 мг/л до требований, предъявляемых к воде системы централизованного горячего водоснабжения с открытым водоразбором (0,1 мг/л) и к воде, идущей для питания барабанных котлов высокого давления (0,3 мг/л).

Кроме этого, изучался механизм очистки стоков от нефтепродуктов, для чего пробы воды для определения концентрации нефтепродуктов и взвешенных веществ отбирались одновременно.

Требуемый эффект очистки воды, позволяющий использовать ее в системах централизованного горячего водоснабжения с открытым водоразбором достигается при добавлении шлама в количестве 100 мл (2,744 г на а.с.в.) к смеси нефтесодержащих стоков и стоков топливоподачи (соответственно 700 и 250 мл) после трехчасового отстаивания.

Для очистки воды до остаточной концентрации нефтепродуктов 0,3 мг/л в этих условиях требуется 2,2 часа.

Рекомендуемая пропорция для смешения нефтесодержащих стоков, стоков цехов топливopодачи (для углевания) и шлама осветлителей (в качестве коагулянта) выглядит как, соответственно 7,0:2,5:1,0. Доза шлама при этом равна 105 мл/л или 2,888 г/л (в пересчете на а.с.в.).

Анализ кинетики очистки стоков от нефтепродуктов и взвешенных веществ показал, что они проходят по времени синхронно. Логично предположить следующий механизм очистки воды от нефтепродуктов: нефтепродукты, представленные в стоках в основном растворенном состоянии, сорбируются взвесью в процессе ее коагулирования и затем вместе с ней выпадают в осадок.

Целью опытов №2 и №3 было определение технологических параметров очистки стоков с высокой концентрацией нефтепродуктов (в среднем около 93,6 мг/л) до требований, предъявляемых к воде в оборотном водоснабжении (20 мг/л).

По сравнению с опытом №1 в опытах №2 и №3 очистке подвергалась вода с более высокой концентрацией нефтепродуктов и была изменена доза шлама. В опыте №2 было добавлено 75 мл шлама (2,058 г на а.с.в.), а в опыте №3 – 50 мл шлама (1,372 г на а.с.в.). Пропорция для смешения нефтесодержащих стоков, стоков цехов топливopодачи и шлама осветлителей была равна в опытах №2 и №3 соответственно 9,3:3,3:1,0 и 14,0: 5,0:1,0.

Требуемый эффект очистки (20 мг/л) при добавлении шлама в количестве 75 мл (доза шлама 79 мл/л или 2,166 г/л в пересчете на а.с.в.) достигается уже через 11-12 мин. отстаивания. При уменьшении количества шлама до 50 мл (доза шлама 53 мл/л или 1,444 г/л в пересчете на а.с.в.) требуемое время отстаивания возрастает до 60 мин. Рекомендуемая пропорция для смешения нефтесодержащих стоков, стоков цехов топливopодачи и шлама осветлителей равна, соответственно, 9,3:3,3:1,0 и 14,0:5,0:1,0. Доза шлама при этом составит, соответственно, 79 мл/л или 2,166 г/л в пересчете на а.с.в. и 53 мл/л или 1,444 г/л в пересчете на а.с.в.

Вторая технологическая схема очистки предполагала первоначальное подщелачивание нефтесодержащих стоков зольной водой из системы гидрозолоудаления с последующим углеванием и коагулированием.

Целью проведения опытов по второй технологической схеме (варианту) было определение технологических параметров очистки нефтесодержащих стоков со средней концентрацией, равной 18,5 мг/л до требований, предъявляемых к воде в системах централизованного горячего водоснабжения с открытым водоразбором (0,1 мг/л) и к воде, идущей для питания барабанных котлов высокого давления (0,3 мг/л).

Кроме этого, оценивалась эффективность и целесообразность применения предварительного подщелачивания нефтесодержащих стоков. Для объективной оценки эффективности подщелачивания нефтесодержащих стоков пропорции смешиваемых стоков (нефтесодержащих, цехов топливopодачи и шлама осветлителей) были такими же, как и при осуществлении опыта №1 по первой технологической схеме (варианту) очистки.

Требуемый эффект очистки достигается при последовательном смешении нефтесодержащих стоков, зольной воды, стока цеха топливopодачи и шлама осветлителей в объемах соответственно 650:130:230:90 и времени отстаивания 80 мин. до остаточной концентрации нефтепродуктов 0,3 мг/л. Время отстаивания стоков до остаточной концентрации 0,1 мг/л составляет 140 мин.

Таким образом, применение предварительного подщелачивания нефтесодержащих стоков сокращает время отстаивания на 25-29% при одинаковом эффекте очистки стоков.

Очистка нефтесодержащих стоков по третьей технологической схеме осуществлялась путем добавления к ним зольной воды с последующим отстаиванием в однолитровых стеклянных цилиндрах. Зольная вода для опытов отбиралась из пруда – осветлителя системы гидрозолоудаления ТЭЦ-2 г. Красноярска.

Всего проведено три серии опытов, в каждой из которых изменялась пропорция смешения нефтесодержащих стоков с зольной водой и изучалась кинетика отстаивания стоков от взвешенных веществ и нефтепродуктов, эффект очистки и его зависимость от количества добавляемой зольной воды. Пропорция смешения зольной воды с нефтесодержащими стоками в первой, второй и третьей сериях опытов составила соответственно 1:4; 1:1,5; 1:1. То есть, смесь зольной воды и нефтесодержащих стоков содержала в первой, второй и третьей сериях соответственно 25; 40 и 50% зольной воды.

Для уточнения механизма очистки стоков от нефтепродуктов параллельно с отбором проб на нефтепродукты одновременно отбирались пробы на взвешенные вещества.

Целью проведения третьей технологической схемы (варианта) являлось определение технологических параметров очистки нефтесодержащих стоков до требований, предъявляемых к воде в системах централизованного горячего водоснабжения (0,1 мг/л) и к воде для питания барабанных котлов (0,3 мг/л).

Всего по третьей схеме (варианту) было проведено три серии опытов, где было изучено влияние дозы зольной воды на эффект очистки.

Опыты по очистке нефтесодержащих стоков коагулированием зольной водой и отстаиванием проводились при содержании зольной воды в размере 25, 40 и 50%.

В результате смешения зольной воды с нефтесодержащими стоками на дно цилиндра выпадал осадок в виде мелких крупинок цвета слоновой кости и представляющих собой карбонат кальция. Количество выпадающего в осадок карбоната кальция в сериях опытов было разным (от 1 до 5 мм).

В результате проведения первой серии опытов, где содержание зольной воды составляло 25% от всего объема смеси зольной воды и нефтесодержащих стоков, добиться уменьшения концентрации

нефтепродуктов до остаточных величин 0,1 и 0,3 мг/л за 24 часа отстаивания не удалось. Концентрация нефтепродуктов после суточного отстаивания снизилась с 4,35 до 0,36 мг/л. Высота слоя осадка составляла 1 мм.

Во второй серии опытов, где содержание зольной воды составляло 40% от всего объема смеси зольной воды и нефтесодержащих стоков, требуемое время отстаивания до остаточной концентрации нефтепродуктов 0,3 мг/л составило около 9,5 часа. Суточное отстаивание стоков во второй серии опытов недостаточно для снижения концентрации нефтепродуктов до 0,1 мг/л. Высота слоя осадка в конце серии составляла 3 мм.

Реализация предложенных ресурсосберегающих технологических схем очистки нефтесодержащих стоков позволит улучшить экологическое состояние поверхностных вод региона.

#### Список литературы

1. Сакаш Г.В., Сакаш Т.А. Уровень техногенной нагрузки ТЭС на природные водоемы Красноярского края //Журнал «Промышленная энергетика», М.: 2007, №5, с.49-53.
2. Сакаш Г.В. Способы сокращения объемов нефтесодержащих стоков ТЭС //Журнал «Теплоэнергетика», М.: 2004, № 8, с.44-47.